

# **SIMULASI NUMERIK DISTRIBUSI TEGANGAN POINT RIPPER DOZER D85E SS-2 AKIBAT BEBAN VERTIKAL DAN HORIZONTAL**

**Agung Supriyanto<sup>1\*</sup>, Muhammad Vendy Hermawan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga, Surakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Prodi S1 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga, Surakarta, Indonesia

\*Email: agungatw@yahoo.com

## **ABSTRAK**

*Point ripper* merupakan komponen aktuator yang terdapat pada Dozer, salah satunya yaitu pada unit Dozer D85E SS-2. Komponen ini berfungsi untuk mengeruk tanah dengan cara melakukan penetrasi ke dalam tanah, kemudian unit bergerak maju sehingga *point ripper* melakukan proses penggemburan tanah. Penetrasi pada *point ripper* mengakibatkan timbulnya tegangan. Tegangan yang terlalu besar berakibat terjadinya kegagalan berupa patah dan retakan komponen *point ripper*. Upaya untuk mencegah kegagalan ini bisa dilakukan dengan melakukan redesain dan analisis kekuatan komponen menggunakan perangkat lunak. Variabel yang digunakan adalah perbedaan sudut kemiringan *point ripper*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan von mises maksimal yang timbul akibat perbedaan sudut kemiringan komponen *point ripper* dari sudut awal 165° menjadi 160°. Analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CATIA V5R20. Hasilnya menunjukkan tegangan von mises maksimal sebesar  $3,32 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ . Hasil ini menunjukkan peningkatan dari kondisi desain awal sebelum dilakukan modifikasi dimana tegangan von mises maksimal sebesar  $2,88 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ .

**Kata kunci:** tegangan von mises, *point ripper*, tegangan

## **ABSTRACT**

*The point ripper is an actuator component found in the Dozer, one of which is the Dozer D85E SS-2 unit. This component functions to dredge the soil by penetrating into the ground, then the unit moves forward so that the point ripper carries out the process of loosening the soil. Penetration of the point ripper results stress of the component. Too much stress can make failure such as fractures and cracks of the point ripper component. Efforts to prevent this failure can be done by redesigning and analyzing the strength of the components using software. The variable used is the difference in point ripper angle. This study aims to determine the value of the maximum von mises stress arising from the difference in the angle of the point ripper component from the initial angle of 165° to 160°. Analyzes were performed by CATIA V5R20 software. The results show a maximum von mises stress of  $3.32 \times 10^7 \text{ N / m}^2$ . These results indicate an increase from the initial design conditions before modification where the maximum von mises stress is  $2.88 \times 10^7 \text{ N / m}^2$ .*

**Key words:** von mises, *point ripper*, stress

## **1. PENDAHULUAN**

Dozer D85E SS-2 merupakan salah satu alat berat yang penting dalam aktifitas pertambangan. *Point ripper* merupakan salah satu komponen aktuator yang ada pada unit Dozer. Unit dozer D85E SS-2 memiliki satu sampai lima buah *point ripper*. Fungsi komponen ini adalah untuk menggaruk tanah dengan cara melakukan penetrasi ke dalam tanah. Akibat penetrasi ini maka pada *point ripper* timbul tegangan [1] Besarnya tegangan dipengaruhi oleh kedalaman penetrasi, kekerasan tanah dan morfologi desain dari *point ripper*. Adanya tegangan pada *point ripper* menyebabkan komponen ini seringkali mengalami kegagalan. Bentuk kegagalan ini berupa keausan, retak sampai terjadi patah

pada *point ripper* [2]. Penelitian ini membahas tentang desain ulang dan analisa distribusi tegangan pada komponen *point ripper*. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kegagalan *point ripper* dan memperpanjang usia pemakaian. Saat beroperasi, *point ripper* menerima gaya dari berbagai arah. Berdasarkan *Manual Book D85E SS-2* pada arah horizontal *point ripper* menerima beban maksimal sebesar 35 KN [3]. Sedangkan beban vertikal yang terjadi pada *point ripper* diperoleh karena adanya proses *digging* oleh sistem hidrolik. Beban maksimum saat proses *digging* adalah 50 KN [4].

Penelitian ini melalui proses desain dan analisis *point ripper*, adapun media yang digunakan adalah perangkat lunak CATIA V5R20. Penggunaan perangkat lunak CATIA V5R20 akan mempermudah dalam melakukan perancangan dan pengujian hasil desain secara simultan untuk menghasilkan luaran yang dapat memberikan informasi akurat terkait kinerja berupa keamanan dan daya tahan komponen yang di desain [5]. Prosedur umum yang dilakukan ketika melakukan desain dan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak adalah diawali dengan membuat model tiga dimensi. Langkah selanjutnya adalah melengkapi parameter simulasi dari propertis material, *constrain* dan menjalankan program. Luaran dari program ini adalah berupa distribusi tegangan, perubahan bentuk, dan faktor keamanan serta fitur lain yang bergantung pada jenis perangkat lunak.

Pada umumnya perangkat lunak untuk analisis desain berbasis metode elemen hingga. Konsep analisis metode elemen hingga adalah model yang kompleks dipecah menjadi elemen yang lebih kecil dengan bentuk geometri yang sederhana [6]. Proses pemecahan (*deskritisasi*) elemen menjadi bagian demi bagian (*mesh*) dengan menggunakan polinomial sehingga masing – masing bagian terdefinisi dan dinyatakan dalam titik – titik (*nodal*) [7].

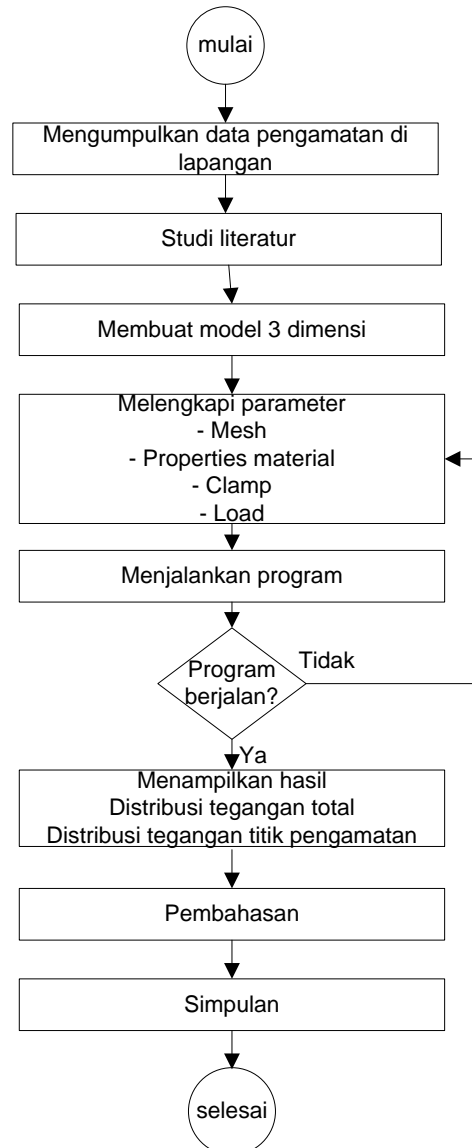
## 1. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan komponen *Point ripper* Dozer D85E SS-2 sebagai obyek penelitian. Beberapa alat ukur seperti vernier kaliper, mikrometer, alat ukur radius dan bore gauge digunakan untuk memperoleh data dimensi komponen. Unit komputer yang sudah terinstall perangkat lunak CATIA V5R20 digunakan untuk membuat desain dan melakukan analisis kekuatan komponen.

### 2.2.Langkah Penelitian

Langkah penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 yang menjelaskan tentang tahapan penelitian. Penelitian diawali dengan melakukan pengamatan di lapangan. Pengamatan dilakukan di area pertambangan di Kalimantan Timur.



**Gambar 1.** Tahapan penelitian

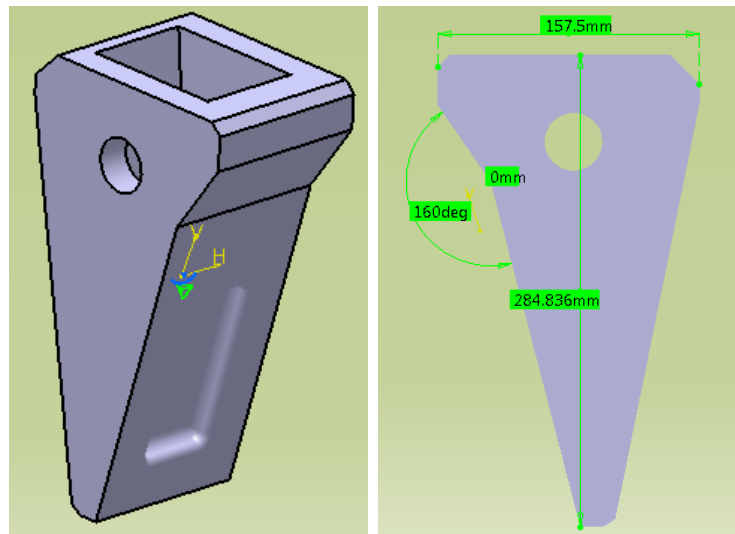
### 2.2.1. Pengamatan

Pada pengamatan ini kegiatannya berupa mengukur dimensi dari komponen *point ripper* yang digunakan pada kegiatan pertambangan, proses kerja dari alat dan mengidentifikasi material yang digunakan. Tahap selanjutnya adalah studi literatur untuk melengkapi data dan bahan untuk analisis.

### 2.2.2. Membuat model 3 dimensi

Data dimensi pada saat pengamatan lapangan dijadikan dasar untuk membuat model 3 dimensi dengan menggunakan perangkat lunak CATIA V5R20. Sudut kemiringan *point ripper* akan dimodifikasi dari ukuran aslinya 165° di modifikasi menjadi 160°. Hal ini berdasarkan asumsi bahwa makin kecil sudutnya maka gaya yang bekerja pada saat penetrasi kedalam tanah makin kecil. Selanjutnya dari modifikasi ini akan di lihat distribusi

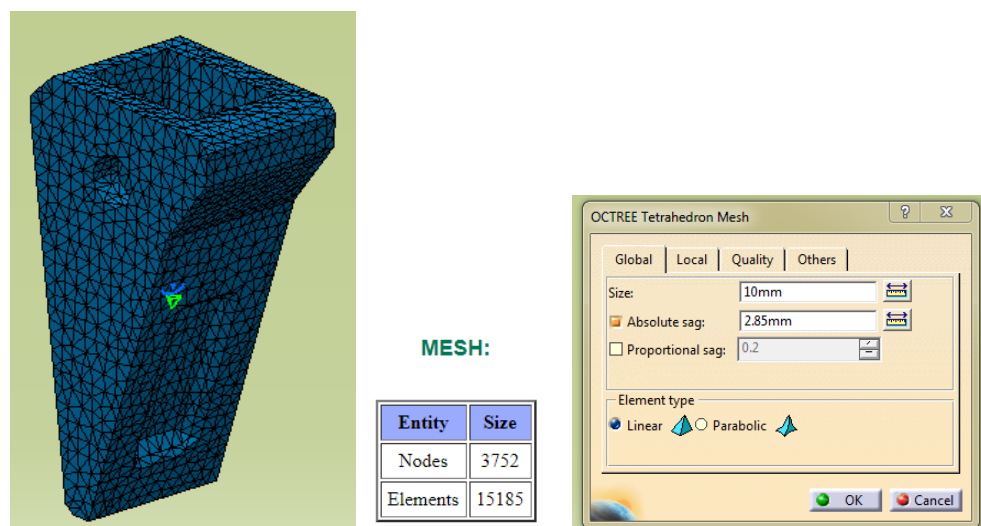
dan besar gaya yang bekerja pada point ripper. Model 3 dimensi terlihat seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Model 3 dimensi

### 2.2.3. Pengaturan Mesh.

Setelah membuat model 3 dimensi kemudian masuk ke fitur *Generative Structural Analysis* untuk melengkapi parameter analisis. Pada langkah *meshing* didapat jumlah elemen 15186 dengan ukuran elemen 10 mm. Jumlah node ada 3752 buah seperti terlihat dalam gambar 3.

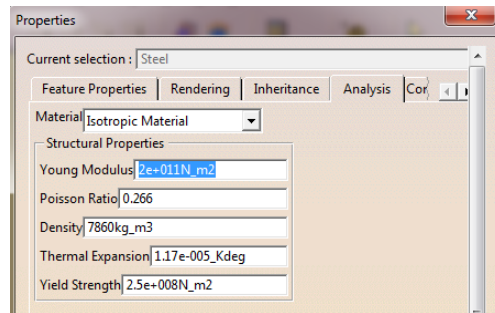


Gambar 3. Pengaturan mesh

### 2.2.4. Mengisi Sifat Mekanis Material

Pengisian parameter sifat mekanis material harus dilakukan untuk menghasilkan hasil analisis yang akurat. Sifat mekanis material merujuk pada material penyusun *point*

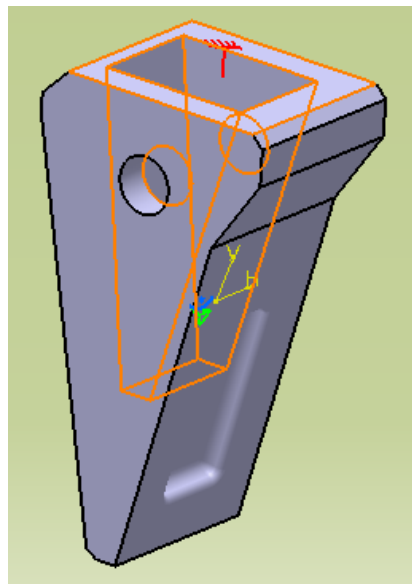
*ripper*. Point ripper yang digunakan sebagai simulasi, menggunakan material Baja AISI 1045 [8]. Sifat mekanis baja AISI 1045 disajikan dalam gambar 4.



**Gambar 4.** Sifat mekanis baja AISI 1045

### 2.2.5. *Clamp*.

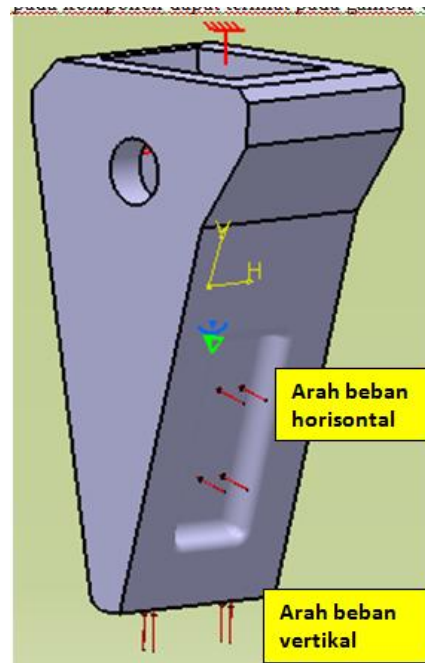
Pemberian *Clamp* ini bertujuan memberi batasan pergerakan pada model. Pada kondisi nyata *clamp* ini menyatakan letak tumpuan komponen.



**Gambar 5.** *Clamp*

### 2.2.6. Pemberian beban

Nilai beban diberikan berdasarkan batas tekanan maksimal oli sistem hidrolik yang diatur pada *safety valve* yaitu sebesar 35 KN pada arah horisontal dan 50 KN pada arah vertikal [9]. Letak pembebanan pada komponen dapat terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Load

### 2.2.7. Compute.

Proses *compute* digunakan untuk menjalankan program sehingga dihasilkan luaran berupa distribusi tegangan yang bekerja pada model *point ripper* yang kemudian dilakukan pembahasan untuk membuat simpulan.

### 2.3. Tegangan Von Mises

Pada perancangan komponen mesin, perhatian utama di tujukan pada faktor keamanan (safety factor = SF) [10]. Dengan faktor keamanan yang memadai maka komponen akan aman digunakan dan mampu menahan beban yang bekerja dengan baik sehingga tidak terjadi kegagalan. Faktor keamanan dinyatakan sebagai perbandingan tegangan luluh (yield strength) material dengan tegangan maksimal yang bekerja pada suatu struktur. Tegangan Von Mises didefinisikan sebagai tegangan tarik uniaksial yang dapat menghasilkan energi distorsi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi tegangan yang bekerja [11]. Pada teori kegagalan energi distorsi tegangan von mises ) berlaku sesuai dengan persamaan 1, 2 dan 3 [12].

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3}$$

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_{yx})^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{xz}^2)}$$

.....(1)

Untuk kasus tegangan dua dimensi,  $\sigma_2 = 0$ , maka,

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_3^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \dots\dots\dots(2)$$

Kegagalan akan terjadi bila:

$$\sigma'_x = \frac{\sigma_y}{N} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :  $\sigma_x^2$  = tegangan aktual maksimum..... (N/m<sup>2</sup>)

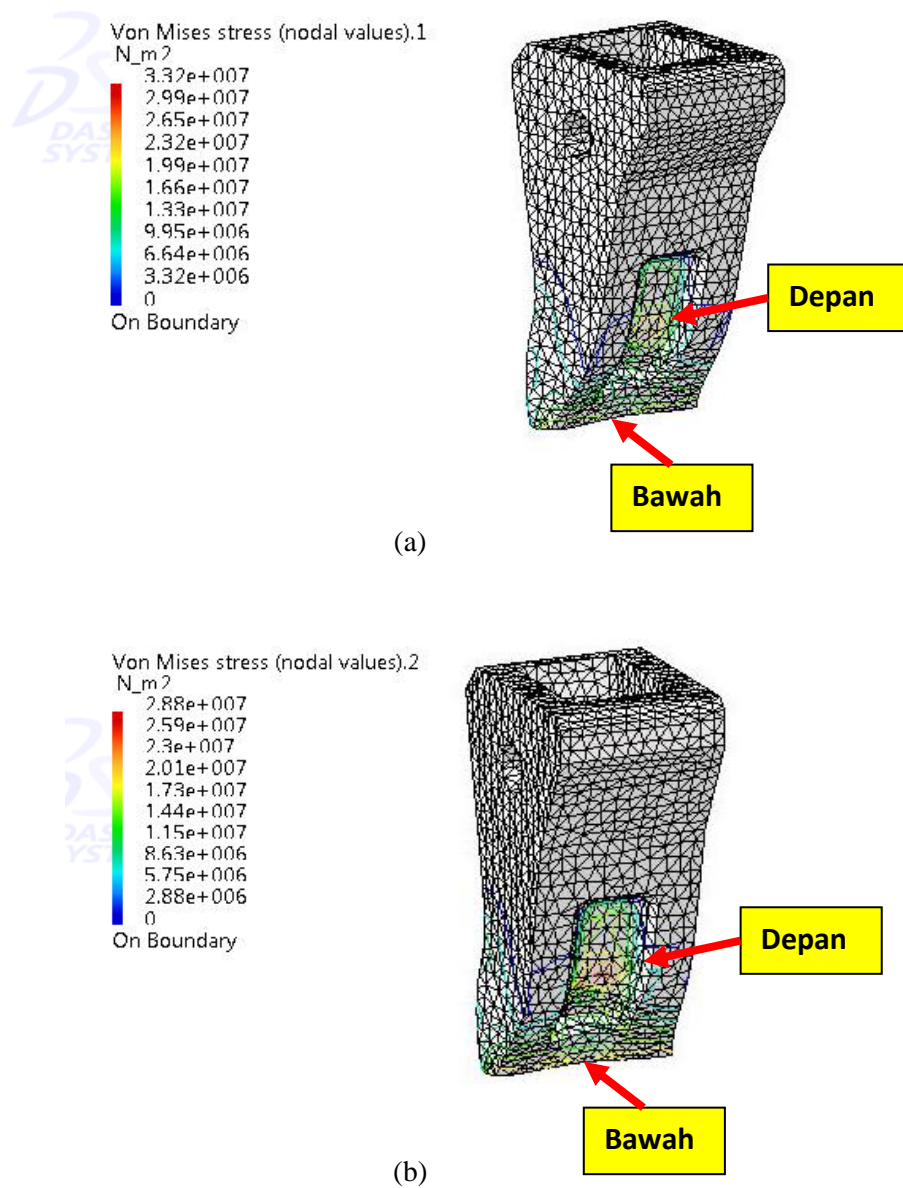
$\sigma_y$  = tegangan luluh material (yield point) .....(N/m<sup>2</sup>)

$\sigma_1, \sigma_1, \sigma_1$  = Tegangan normal ..... (N/m<sup>2</sup>)

N = faktor keamanan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan simulasi yang dilakukan, nilai tegangan von mises point ripper akibat adanya beban vertikal dan horisontal diperoleh dan disajikan dalam gambar 7.

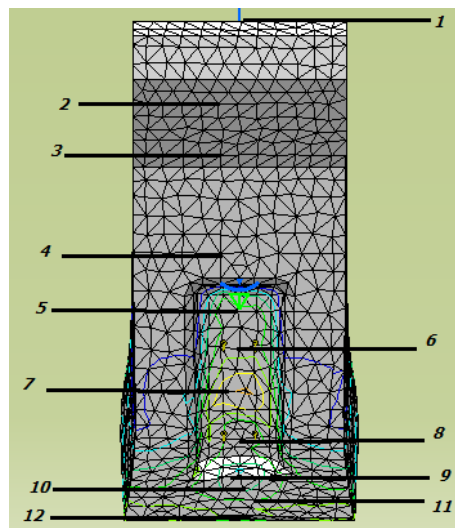


**Gambar 7.** Distribusi tegangan von mises akibat beban vertikal dan horisontal pada *point ripper* (a) Sudut 160°, (b) sudut 165°

Gambar 7 menunjukkan distribusi tegangan yang terjadi dengan pola warna yang berbeda yang menunjukkan besar tegangan pada setiap titik (*nodal*). Terlihat bahwa tegangan terbesar berada pada posisi bawah dimana pada posisi itu komponen *point ripper* membentur tanah pada saat proses penetrasi kedalam tanah. Bagian depan *point ripper* juga mengalami tegangan yang tinggi. Hal ini karena bagian tersebut menahan beban pada saat proses penggarukan dan unit dozer bergerak maju, maka bagian ini mendorong tanah.

Tegangan maksimal yang bekerja pada komponen *point ripper* berdasarkan simulasi ini adalah  $3,32 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  untuk sudut  $160^\circ$  dan  $2,88 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  untuk sudut  $165^\circ$ . Tegangan ini bila dibandingkan dengan tegangan luluh material ( $2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ ) adalah masih lebih kecil, artinya material masih aman. Besarnya angka keamanan (*Safety Factor* / *SF*) ditentukan dengan perbandingan antara tegangan luluh material dengan tegangan *von misses* yang bekerja [13], [14]. Diperoleh angka keamanan minimum sebesar 7,53 yang terjadi pada *point ripper* variasi sudut  $160^\circ$ .

Pengamatan yang lebih teliti dilakukan pada dua belas titik seperti pada gambar 2 dimana pada penelitian ini titik-titik tersebut diprediksi terjadi tegangan yang besar. Juga dimaksudkan untuk melihat pola tegangan pada posisi melintang.



**Gambar 8.** Distribusi tegangan pada titik pengamatan

Besarnya tegangan pada titik pengamatan dapat dilihat pada tabel 1.

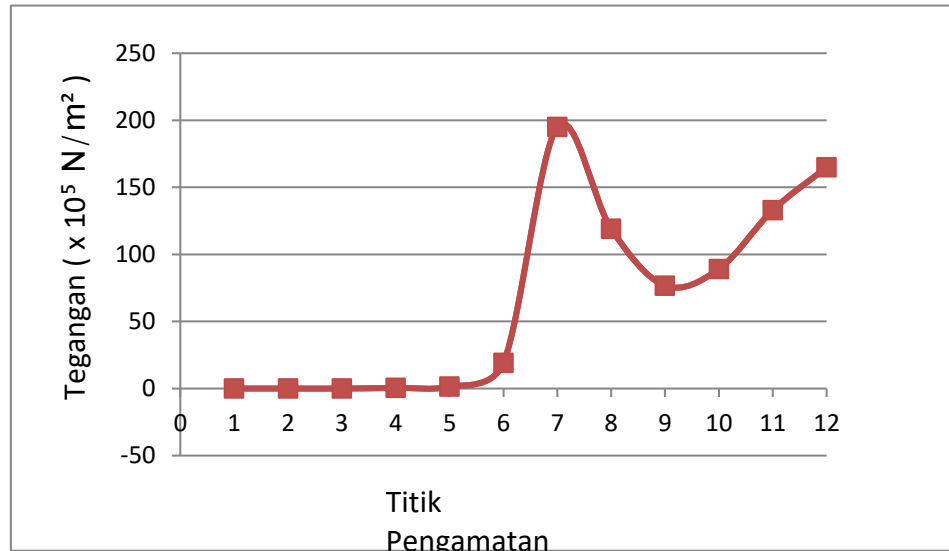
**Tabel 1.** Distribusi tegangan pada titik pengamatan

| No Pengamatan | Tegangan<br>( $\times 10^5 \text{ N/m}^2$ ) |
|---------------|---|
| 1             | 0,000362                                    |
| 2             | 0,00172                                     |
| 3             | 0,0110                                      |
| 4             | 0,510                                       |
| 5             | 1,46  |
| 6             | 19,1  |
| 7             | 195   |
| 8             | 119   |
| 9             | 76,7  |



|    |      |
|----|------|
| 10 | 89,1 |
| 11 | 133  |
| 12 | 165  |

Untuk melihat *trend* besar tegangan pada titik pengamatan dapat dilihat pada gambar 9



**Gambar 9.** Tegangan pada titik pengamatan

Gambar 9. memperlihatkan untuk *trend* tegangan yang terjadi akibat beban vertikal dan horisontal. Nilai tegangan maksimum terjadi pada titik pengamatan ke-7, dimana pada titik ini terjadi pertemuan beban maksimum antara beban horisontal dan vertikal. Berdasarkan data ini, lokasi titik pengamatan ke-7 berpotensi mengalami kegagalan paling besar.

#### 4. SIMPULAN

1. Besar tegangan Von mises maksimal yang bekerja pada point ripper akibat beban gabungan vertikal dan horisontal adalah  $195 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ .
2. Tegangan Von mises maksimal terjadi pada area titik pengamatan ke-7, sehingga pada lokasi tersebut memiliki potensi terjadinya kerusakan paling besar.
3. Berdasarkan analisis diperoleh angka keamanan akibat beban tegangan von mises sebesar 7,53 yang berarti point ripper aman untuk digunakan bila menerima beban gabungan vertikal dan horisontal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Avchar, B. S. Choudhary, G. Budi, And U. G. Sawaiker, "Applicability Of Size-Strength Rippability Classification System For Laterite Excavation In Iron Ore Mines Of Goa," *Adv. Model. Anal. A*, Vol. 78, No. 3, Pp. 378–391, 2017.
- [2] A. Supriyanto, M. V. Hermawan, And A. C. K, "Pemilihan Material Berdasarkan Tegangan Dan Deformasi Pada Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2," *Rapi*, Vol. M, Pp. 78–84, 2019.
- [3] A. Supriyanto And R. Ardianto, "Pengaruh Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2 Terhadap Tegangan Dan Displacement Akibat Beban Horisontal.," Pp. 85–91, 2019.

- [4] A. Supriyanto And M. V. Hermawan, “Prediksi Tegangan Dan Displacement Pada Desain Ulang Point Ripper Dozer D85e-Ss-2 Oleh Beban Vertikal Dengan Simulasi Metode Elemen Hingga,” Pp. 85–94, 2020.
- [5] E. Mustafa, Danardono, Triyono, A. D. Anggono, And A. A. Ahmed, “Finite Element Analysis And Optimization Design Of Aluminium Axial Fan Blade,” *Arpn J. Eng. Appl. Sci.*, Vol. 10, No. 16, Pp. 7288–7292, 2015.
- [6] F. A. Wandono, “Pemodelan Metode Elemen Hingga Untuk Menentukan Tegangan Von Mises Pada As Roda Lsu-05 - Pdf Download Gratis.Pdf,” *Semin. Nas. Iptek Penerbangan Dan Antariksa Xxi*, Pp. 222–227, 2017.
- [7] J. Awali And Asroni, “Analisa Kegagalan Poros Dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga,” *Turbo*, Vol. 2, No. 2, Pp. 39–44, 2015.
- [8] J. D. Of M. E. William D. Callister And T. U. Of Utah, *Materials Science And Engineering*, 7th Ed., Vol. 7. Utah, United State: John Wiley & Son, Inc, 2007.
- [9] T. B. Amperadi And E. A. Sinaga, “Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara,” *J. Geol. Pertamb.*, Vol. 1, No. 14, Pp. 1–14, 2014.
- [10] D. Hidayat, R. Fitriansyah, R. S. Aritonang, And Y. A. Nugroho, “Analysis Of Main Landing Gear Frame Of Lsu-02 Ngld Utilize Analytical And Numerical Method,” Pp. 47–56, 2019.
- [11] A. . Law And Kelton, W.D., *Simulation Modeling And Analysis Second Edition*, Second. New York: Mcgraw-Hill, 2000.
- [12] S. Hoover And R. Perry, *Simulation: A Problem Solving Approach*, 2nd Ed., Vol. 1, No. 9. Reading-Ma, 1990.
- [13] A. Zainuri, S. Sujita, And A. Popo, “Tegangan Maksimum Dan Faktor Keamanan Pada Poros Engkol Daihatsu Zebra Espass Berdasarkan Metode Numerik,” *J. Momentum Unwahas*, Vol. 6, No. 2, P. 114735, 2010.
- [14] M. Tri Nugroho And Ma’ruf Anas, “Modifikasi Fixture Dengan Pendekatan Varian,” *J. Tek. Gelagar*, Vol. 19, No. 01, Pp. 62–68, 2008.